

Zusatzpatent zum Patent: —

Anmeldetag: 02. III. 1967 (WP 42 h / 123 040)

Priorität: —

Ausgabetag: 05. VI. 1968

Kl.: 42 h, 14/02

IPK.: G 02 d

DK.:

Zur PS Nr. **62 166** .....

ist eine Zweitschrift erschienen.

(Erteilung bestätigt gem. § 6 Abs. 1 d. Änd. Ges. z. Pat. Ges.)

**Doppelmikroskop, vorzugsweise zur Beobachtung von Positioniervorgängen  
in der Siliziumplanartechnologie**

Die Erfindung betrifft ein Doppelmikroskop, vorzugsweise zur Beobachtung des Positioniervorganges in der Planartechnologie.

Mikroskope dieser Art sind der Fachwelt auch unter dem Namen split field microscope oder alignment microscope bekannt.

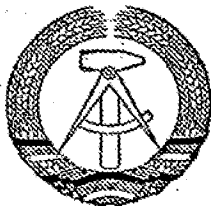
Bei diesem an sich bekannten Verfahren müssen untereinander gleiche Strukturen mit identischem Abstand voneinander auf einer Photo- oder Chromschablone und schon vorhandene, untereinander gleiche Strukturen mit dem gleichen Abstand voneinander wie dem der Strukturen auf der Schablone auf einer mit lichtempfindlichen Lack, sogenannten Photokopierlack, überzogenen Siliziumscheibe einander mit hoher Genauigkeit, etwa 1 µm, zugeordnet werden. Anschließend werden die Strukturen auf der Schablone durch Kontaktkopie auf die Photokopierlackschicht übertragen. Um eine hohe Genauigkeit der Zuordnung auf der ganzen Scheibe zu erreichen, müssen beim Positionieren mindestens je zwei weit voneinander entfernt liegende Strukturen auf Scheibe und Schablone beobachtet werden. Der Abstand der Beobachtungspunkte wird von dem zwischen etwa 15 mm und 40 mm liegenden Scheibendurchmesser begrenzt.

Zur Beobachtung des Positioniervorganges werden zur Zeit entweder einfache Mikroskope eingesetzt, die zum Betrachten von zwei voneinander entfernt liegenden Punkten verschoben werden müssen, oder Doppelmikroskope, bei denen die bildseitigen Strahlengänge der beiden Objektive mit Hilfe von Prismen zunächst senkrecht zur Mittelachse der Objektive nach außen,

dann parallel zur Mittelachse nach oben und anschließend wieder senkrecht zur Mittelachse nach innen gelenkt werden. Hier erfolgt die Strahlengangvereinigung und Umlenkung in Richtung der Okulare mit Hilfe zweier verkitteter Prismen, deren Kittfläche halb verspiegelt ist oder durch ein 90°-Dachkantprisma so, daß von beiden Objektiven gleichzeitig jeweils nur die Hälfte des Bildfeldes zu sehen ist. Im ersten Fall können die Bildfelder beider Objektive entweder gleichzeitig überlagert oder wechselweise durch Einschalten nur einer Aufsichtbeleuchtung betrachtet werden. Der Objektmittenabstand dieser Doppelmikroskope kann nur in einem relativ kleinen Bereich verändert werden, etwa zwischen 12 mm und 25 mm.

Einfache Mikroskope ergeben zwar eine gute Bildqualität, müssen jedoch verschoben werden, wenn zwei voneinander entfernt liegende Punkte beobachtet werden sollen. Im Gegensatz dazu ist die Bildqualität von Doppelmikroskopen dann schlechter, wenn keine speziell für den bildseitigen Glasweg und die gegenüber herkömmlichen Mikroskopen größere Tubuslänge korrigierte Objektive eingesetzt werden. Für die gleichzeitige Beobachtung je einer Bildhälfte von beiden Objektiven mit einem binokularen Tubus ist außerdem ein spezielles Okularsystem erforderlich. Der Aufbau solcher Geräte ist kompliziert. Sie sind schwierig zu justieren und wegen der kardananischen Prismenaufhängung erschütterungs-empfindlich.

Zur Aufnahme der vielen optischen Teile, die zudem bei Abstandsänderung der Objektive noch gegeneinan-



Zusatzpatent zum Patent: —

Anmeldetag: 02. III. 1967 (WP 42 h / 123 040)

Priorität: —

Ausgabetag: 05. VI. 1968

Kl.: 42 h, 14/02

IPK.: G 02 d

DK.:

Erfinder zugleich Inhaber:

Dipl.-Phys. Peter Westphal, Dresden

**Doppelmikroskop, vorzugsweise zur Beobachtung von Positioniervorgängen  
in der Siliziumplanartechnologie**

Die Erfindung betrifft ein Doppelmikroskop, vorzugsweise zur Beobachtung des Positioniervorganges in der Planartechnologie.

Mikroskope dieser Art sind der Fachwelt auch unter dem Namen split field microscope oder alignment microscope bekannt.

Bei diesem an sich bekannten Verfahren müssen untereinander gleiche Strukturen mit identischem Abstand voneinander auf einer Photo- oder Chromschablone und schon vorhandene, untereinander gleiche Strukturen mit dem gleichen Abstand voneinander wie dem der Strukturen auf der Schablone auf einer mit lichtempfindlichen Lack, sogenannten Photokopierlack, überzogenen Siliziumscheibe einander mit hoher Genauigkeit, etwa 1 µm, zugeordnet werden. Anschließend werden die Strukturen auf der Schablone durch Kontaktkopie auf die Photokopierlackschicht übertragen. Um eine hohe Genauigkeit der Zuordnung auf der ganzen Scheibe zu erreichen, müssen beim Positionieren mindestens je zwei weit voneinander entfernt liegende Strukturen auf Scheibe und Schablone beobachtet werden. Der Abstand der Beobachtungspunkte wird von dem zwischen etwa 15 mm und 40 mm liegenden Scheibendurchmesser begrenzt.

Zur Beobachtung des Positioniervorganges werden zur Zeit entweder einfache Mikroskope eingesetzt, die zum Betrachten von zwei voneinander entfernt liegenden Punkten verschoben werden müssen, oder Doppelmikroskope, bei denen die bildseitigen Strahlengänge der beiden Objektive mit Hilfe von Prismen zunächst senkrecht zur Mittelachse der Objektive nach außen,

dann parallel zur Mittelachse nach oben und anschließend wieder senkrecht zur Mittelachse nach innen gelenkt werden. Hier erfolgt die Strahlengangvereinigung und Umlenkung in Richtung der Okulare mit Hilfe zweier verkitteter Prismen, deren Kittfläche halb verspiegelt ist oder durch ein 90°-Dachkanalprisma so, daß von beiden Objektiven gleichzeitig jeweils nur die Hälfte des Bildfeldes zu sehen ist. Im ersten Fall können die Bildfelder beider Objektive entweder gleichzeitig überlagert oder wechselweise durch Einschalten nur einer Auflichtsbeleuchtung betrachtet werden. Der Objektivmittenabstand dieser Doppelmikroskope kann nur in einem relativ kleinen Bereich verändert werden, etwa zwischen 12 mm und 25 mm.

Einfache Mikroskope ergeben zwar eine gute Bildqualität, müssen jedoch verschoben werden, wenn zwei voneinander entfernt liegende Punkte beobachtet werden sollen. Im Gegensatz dazu ist die Bildqualität von Doppelmikroskopen dann schlechter, wenn keine speziell für den bildseitigen Glasweg und die gegenüber herkömmlichen Mikroskopen größere Tubuslänge korrigierte Objektive eingesetzt werden. Für die gleichzeitige Beobachtung je einer Bildhälfte von beiden Objektiven mit einem binokularen Tubus ist außerdem ein spezielles Okularsystem erforderlich. Der Aufbau solcher Geräte ist kompliziert. Sie sind schwierig zu justieren und wegen der kardanischen Prismenaufhängung erschütterungsempfindlich.

Zur Aufnahme der vielen optischen Teile, die zudem bei Abstandsänderung der Objektive noch gegeneinander

der verschoben werden müssen, ist ein relativ schwerer mechanischer Teil erforderlich, der ein sehr stabiles Mikroskopstativ bedingt, wenn der gesamte Aufbau erschütterungsunempfindlich sein soll. Dies ist insofern von besonderer Bedeutung, als daß der Positionierungsvorgang in staubarmer Umgebung vorgenommen wird, die bei hohen Anforderungen mit einer Laminarströmungsbox erzeugt wird. Diese wird durch den eingebauten Motor und Ventilator in spürbare Erschütterungen versetzt. Zum Belichten wird entweder das Mikroskop weggeschwenkt und die Lampe über den Positioniertisch gebracht oder der Positioniertisch wird unter die Lichtquelle geschoben. Bei dem komplizierten Aufbau des Mikroskops ist das Wegklappen nur des unteren Mikroskopteils und das Einspiegeln des Lichts technisch schwierig möglich.

Die Erfindung bezweckt die Schaffung von Mitteln, welche den hohen Anforderungen der Mikroelektronik hinsichtlich der Genauigkeit beim Positionierungsprozeß gerecht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein in seinem mechanischen Aufbau einfaches, möglichst erschütterungsunempfindliches Doppelmikroskop zur Beobachtung von Positionierungsvorgängen, vorzugsweise in der Siliziumplanartechnologie zu schaffen, dessen Bildqualität innerhalb eines zwischen 15 und 40 mm veränderlichen Objekt-Mittenabstandes uneingeschränkt der eines einfachen Mikroskops entspricht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die bildseitigen parallelen Strahlengänge beider Objektive mittels eines im Strahlengang des einen Objektivs angeordneten Oberflächenspiegels und eines parallel zu diesem und  $45^\circ$  gegen die optischen Achsen beider Objektive geneigten, im Strahlengang des zweiten Objektivs vorgesehenen halbdurchlässigen Spiegels zu einem optisch asymmetrischen Strahlengang vereinigt sind. Statt des halbdurchlässigen Spiegels kann auch ein Teilungswürfel in Anwendung geraten, ohne daß dadurch von dem der Erfindung zugrunde liegenden Prinzip abgewichen würde.

Die von den Objektiven ins Unendliche projizierte Objektelebene wird mit Hilfe einer auf der dem Objektiv abgekehrten Seite des Spiegels oder Teilungswürfels in der optischen Achse des Objektivs, dessen Strahlengang nicht umgelenkt wird, angeordneten Tubuslinse in deren Brennebene abgebildet.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß mit Hilfe des aus halbdurchlässigem Spiegel bzw. Teilungswürfel und Oberflächenspiegel bestehenden Umlenkensystems das Auflicht für den bildseitigen Strahlengang von nur einer Lichtquelle einspiegelnbar ist. Dabei ist es unerheblich, ob die Einspiegelung direkt erfolgt oder ob Umlenkmittel vorgesehen sind.

Die Veränderung des Mittenabstandes beider Objektive geschieht durch gleichzeitiges Verschieben des Oberflächenspiegels und des ihm zugeordneten Objektivs.

Für den Fall, daß zum Positionieren nur ein Objektiv wegen dessen zu großen Außendurchmesser eingesetzt werden kann, wird das Objektiv weggelassen, dessen Strahlengang nicht umgelenkt wird. Die Beobachtung voneinander entfernt liegender Bereiche erfolgt dann durch Verschieben des Objektivs gemeinsam mit dem vollverspiegeltem Umlenkspiegel mittels einer an sich bekannten Verschiebevorrichtung.

Durch die gefundene Lösung werden die Konstruktion,

Fertigung und Justierung des Doppelmikroskops wesentlich vereinfacht. Der gesamte Aufbau ist erschütterungsunempfindlicher, da der die optischen Teile tragende Körper relativ leicht gestaltet und sehr stabil drehbar an dem langen unteren Teil des Tubusrohres mit dem Stativ verbunden werden kann. Die Umlenkspiegel, d. h. Oberflächenspiegel und halbdurchlässiger Spiegel, sind ebenfalls nicht empfindlich gegen Erschütterungen. Von besonderem Vorteil ist es, daß für die optische Bestückung ausschließlich Bauteile einfacher Auflichtmikroskope, wie sie hinreichend bekannt sind, verwendet werden, insbesondere alle für Auflicht entwickelten, d. h. auf unendliche Bildweite korrigierten Objektive, sofern die Glasdicke der Schablonen ihre Bildqualität nicht wesentlich beeinträchtigt. Ebenso läßt sich ein Objektiv-Mittenabstand von 40 mm einfach realisieren, wobei auch größere Abstände möglich sind.

Bei der Beobachtung mit einem Objektiv entfällt die Verschiebung des gesamten Mikroskops. Dadurch wird die Beobachtung erleichtert, da die Okulare ruhen. Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Die zugehörige Zeichnung zeigt den Strahlengang bei Beobachtung des Positionierungsvorgangs mit zwei Objektiven.

Die Objektive 1; 5 sind in gleicher Höhe über der Objektelebene 11 angeordnet. Jedes der Objektive projiziert den von ihm erfaßten Objektbereich ins Unendliche, d. h. die von einem Objektpunkt ausgehenden Strahlen verlaufen nach Durchlaufen der Optik der Objektive 1; 5 parallel. Das vom Objektiv 1 ausgehende parallele Strahlenbündel durchtritt den halbdurchlässigen Spiegel 2, der um  $45^\circ$  gegen die optische Achse des Objektivs 1 geneigt ist, und wird von der Tubuslinse 3 in deren Brennebene 4 zum reellen Bildpunkt vereint. Das vom Objektiv 5 ausgehende parallele Strahlenbündel wird von dem Oberflächenspiegel 6, der in gleicher Höhe wie der halbdurchlässige Spiegel 2 flächenparallel zu diesem angebracht ist, auf diesem umgelenkt, von dem halbdurchlässigen Spiegel 2 in die Richtung der optischen Achse der Tubuslinse 3 gelenkt und von dieser zu einem reellen Bildpunkt in ihrer Brennebene 4 vereint. Entsprechendes gilt für die außeraxialen Strahlen bis zum Rand des korrigierten Bildfelds.

Die Einspiegelung des Auflichts für beide Objektive 1; 5 erfolgt durch eine gemeinsame Lichtquelle 7 mit Kondensor 8 über den halbdurchlässigen Spiegel 2 und den Oberflächenspiegel 6. Dabei können Lichtquelle 7 und Kondensor 8 in Höhe des halbdurchlässigen Spiegels 2 angeordnet sein. Es ist indessen auch möglich, über zusätzliche, zeichnerisch nicht näher dargestellte Umlenkmittel einzuspiegeln. Für die wechselseitige Trennung der Strahlengänge ist eine magnetisch gesteuerte Wechselblende 9 vorgesehen, die wahlweise über das Objektiv 1 oder das Objektiv 5 geschwenkt werden kann und in ihrer Mittelstellung beide Strahlengänge freigibt.

Es können auch getrennte Auflichteinrichtungen für jedes Objektiv eingesetzt werden, jedoch ist hier die Bildhelligkeit um den Faktor 0,5 geringer, da der Bildstrahlengang zwei halbdurchlässige Spiegel durchlaufen muß.

Das gleichzeitige Beobachten von nur je einer Bildhälfte der beiden Objektive ist möglich, wenn in den bildseitigen parallelen Strahlengängen oberhalb der Objektive Polarisationsfilter 12; 13 angebracht sind,

5

deren Polarisationsrichtungen senkrecht aufeinander stehen. In die zeichnerisch nicht dargestellten Okulare sind in der Nähe der Zwischenbildebene 4 ebenfalls Polarisationsfilter 14 eingelegt, die aus zwei senkrecht zueinander polarisierenden Hälften bestehen.

Der untere Teil des Doppelmikroskops läßt sich bei feststehendem Okularsystem um die optische Achse 10 des Objektivs 1 drehen, das Objektiv 5 kann gemeinsam mit dem Oberflächenspiegel 6 zu dem in radialer Richtung verschoben werden, ohne daß sich hierbei die Bildschärfe ändert, wenn die Objektivverschiebung parallel zur Objektebene 11 erfolgt. Damit kann mit dem Objektiv 5 das mit dem vom Objektiv 1 erfaßte Gebiet der Schablone übereinstimmend gesucht und bedarfsweise zur Deckung gebracht werden, ohne daß das Erstere aus dem Blickfeld gerät.

Bei Beobachtung mit einem Objektiv wird das Objektiv 1 weggelassen und das Objektiv 5 gemeinsam mit dem Oberflächenspiegel 6 mit Hilfe eines zeichnerisch nicht näher dargestellten umsteuerbaren Motors und einer Spindel parallel zur Objektebene 11 bewegt. Das Ausrichten der Verschiebungsrichtung parallel zu den Strukturenreihen auf der Schablone kann durch Drehen des unteren Mikroskopteils um die Achse der Tubuslinse 3 vorgenommen werden.

6

#### Patentansprüche:

1. Doppelmikroskop mit veränderlichem Mittenabstand der Objektive, Mitteln zum wechselseitigen Trennen der Strahlengänge sowie Auflicht- und Belichtungseinrichtungen, vorzugsweise zur Beobachtung von Positionsvorgängen in der Siliziumplanartechnologie, dadurch gekennzeichnet, daß die bildseitigen parallelen Strahlengänge beider Objektive (1; 5) mittels eines im Strahlengang des einen Objektivs (5) angeordneten Oberflächenspiegels (6) und eines parallel zu diesem und 45° gegen die optischen Achsen beider Objektive (1; 5) geneigten, im Strahlengang des zweiten Objektivs (1) vorgesehenen halbdurchlässigen Spiegels (2) in Verbindung mit einer Tubuslinse (3) zu einem optisch asymmetrischen Strahlengang vereinigt sind.
2. Doppelmikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einspiegelung des Auflichtes für beide Objektive (1; 5) eine gemeinsame Lichtquelle (7) vorgesehen ist.
3. Doppelmikroskop nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den bildseitigen parallelen Strahlengängen oberhalb der Objektive (1; 5) Polarisationsfilter (12; 13) mit senkrecht aufeinanderstehenden Polarisationsrichtungen und in der Nähe der Zwischenbildebene (4) Polarisationsfilter (14) mit senkrecht zueinander polarisierenden Hälften angeordnet sind.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

